



SCHWEIZERISCHE EidGENOSSENSCHAFT
EidGENÖSSISCHES Institut FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) **CH 700 471 B1**

(51) Int. Cl.: **G02B 6/13** (2006.01)
G02B 6/42 (2006.01)

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

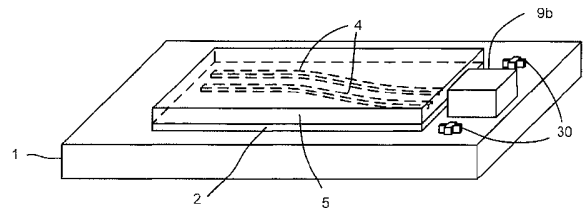
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) **PATENTCHRIFT**

(21) Anmeldenummer:	01508/09	(73) Inhaber:	vario-optics AG, Mittelbissaustrasse 7 9410 Heiden (CH)
(22) Anmeldedatum:	30.09.2009		
(43) Anmeldung veröffentlicht:	31.08.2010	(72) Erfinder:	Felix Betschon, 9011 St. Gallen (CH) Markus Halter, 9444 Diepoldsau (CH)
(30) Priorität:	17.02.2009 CH 251/09		
(24) Patent erteilt:	31.07.2013		
(45) Patentschrift veröffentlicht:	31.07.2013	(74) Vertreter:	Patentanwaltsbüro Dr. Urs Falk, Eichholzweg 9A 6312 Steinhausen (CH)

(54) **Verfahren zur Herstellung einer elektro-optischen Leiterplatte mit Lichtwellenleiterstrukturen.**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer elektro-optischen Leiterplatte, welche einerseits elektrische Leiterbahnen und andererseits Lichtwellenleiterstrukturen enthält. Die Lichtwellenleiterstrukturen umfassen eine Unterschicht (2), eine Kernschicht (4) und eine Mantelschicht (5). Auf der Leiterplatte werden sichtbare Flächen aufgebracht und später die Kernschicht (4) sowohl auf die Unterschicht als auch auf die Flächen aufgetragen und sowohl auf der Unterschicht (2) als auch auf den Flächen strukturiert. Anschliessend wird diese Struktur in die Flächen übertragen, beispielsweise durch Ätzen. Auf diese Weise entstehen Referenzmarken (30), die die Information über die tatsächliche Lage der Lichtwellenleiterstrukturen enthalten.



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung beschreibt ein Verfahren zur Herstellung einer elektro-optischen Leiterplatte mit Lichtwellenleiterstrukturen.

Stand der Technik

[0002] Die elektro-optische Leiterplattentechnologie betrifft die Herstellung von Leiterplatten, die elektronische, elektro-optische und optische Komponenten miteinander verbinden. Sie enthalten einerseits elektrische Leiterbahnen und andererseits Lichtwellenleiterstrukturen.

[0003] Lichtwellenleiterstrukturen bestehen aus einer Mehrzahl von transparenten Schichten, in der Regel drei Schichten, aus UV-härtenden Polymermaterialien mit unterschiedlichen Brechungsindices. Aufgrund der Transparenz können die Lichtwellenleiterstrukturen bei der Montage der Bauteile nicht mittels Bilderkennungssystemen detektiert werden. Eine präzise Ausrichtung von elektro-optischen Komponenten wie LEDs, Laserquellen, Photodioden oder anderen Elementen wie optischen Fasern etc. anhand der Lichtwellenleiterstrukturen und relativ zu den Lichtwellenleiterstrukturen ist aufgrund der Transparenz nicht möglich. Die präzise Ausrichtung der einzelnen Komponenten relativ zueinander ist aber zwingend erforderlich.

[0004] Aus der EP 2 000 837 ist ein Verfahren zur Herstellung von Lichtwellenleiterstrukturen bekannt, die eine Unterschicht (under-cladding layer), eine Kernschicht (core) und eine Mantelschicht (over-cladding layer) umfassen. Diese Schichten werden schrittweise auf ein Substrat, beispielsweise eine Glasplatte, aufgebracht und jeweils mithilfe einer Belichtungsmaske strukturiert. Im ersten Schritt wird die Unterschicht auf das Substrat aufgebracht. Anschliessend findet mithilfe einer ersten Belichtungsmaske und einer entsprechenden Belichtung und Entfernung der nicht belichteten Abschnitte eine Strukturierung der Unterschicht statt, wobei auch freiliegende Referenzmarken aus dem Material der Unterschicht erzeugt werden. Weil die Unterschicht transparent ist, sind diese Referenzmarken nicht sichtbar. Um sie sichtbar zu machen, werden sie in einem nächsten Schritt mit einem Metallfilm überdeckt. Dazu müssen die übrigen Bereiche der Unterschicht abgedeckt und dann die Referenzmarken mit Metall beschichtet werden. Dies erfolgt in einer Vakuumkammer durch Aufdampfen oder Sputtering. Die Referenzmarken werden bei der weiteren Herstellung der Lichtwellenleiterstrukturen benutzt, um die Belichtungsmasken zur Strukturierung der Kernschicht und der Mantelschicht auszurichten.

Darstellung der Erfindung

[0005] Die vorliegende Erfindung hat sich zur Aufgabe gestellt, ein Verfahren zur Herstellung einer elektro-optischen Leiterplatte mit Lichtwellenleiterstrukturen zu schaffen, welches eine hochpräzise Montage von elektro-optischen Bauteilen in Bezug zu den Lichtwellenleiterstrukturen ermöglicht, ohne dass die Bauteile bei der Montage aktiv justiert werden müssen.

[0006] Diese Aufgabe wird durch das Verfahren gemäss Patentanspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausführungen und Weiterentwicklungen sind in den abhängigen Ansprüchen definiert.

[0007] Das Licht bewegt sich entlang der durch die Strukturen der Kernschicht der Lichtwellenleiterstrukturen definierten Bahnen. Das erfindungsgemässe Verfahren basiert auf der Idee, die Kernschicht sowohl auf die Unterschicht als auch auf gut sichtbare Flächen aufzutragen und nicht nur auf der Unterschicht, sondern auch auf den Flächen zu strukturieren und anschliessend diese Struktur in die Flächen zu übertragen, beispielsweise durch Ätzen. Das Übertragen der Strukturen kann man auch als Einformen bezeichnen. Auf diese Weise entstehen Referenzmarken, die die Information über die tatsächliche Lage der strukturierten Kernschicht der Lichtwellenleiterstrukturen und somit über die Lage der Bahnen, die das Licht leiten, enthalten.

[0008] Alternativ ist es möglich, auf den Flächen anstelle von Material der Kernschicht einen Fotolack aufzutragen, wobei die Strukturen in der Kernschicht und im Fotolack gleichzeitig durch Belichten durch die gleiche Belichtungsmaske hindurch erzeugt werden.

[0009] Das erfindungsgemässe Verfahren wird anhand der Zeichnungen im Detail erläutert. Die Figuren sind schematisch und nicht massstäblich gezeichnet. Die Figuren zeigen Momentaufnahmen während des Herstellungsverfahrens einer elektro-optischen Leiterplatte.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0010]

Fig. 1a zeigt einen Schnitt durch ein Substrat, auf dem eine Fläche aus einem optisch gut sichtbaren Material aufgebracht ist,

Fig. 1b zeigt einen Schnitt durch das Substrat mit aufgetragener Unterschicht während des UV-Belichtungsvorganges mit einer ersten Belichtungsmaske,

CH 700 471 B1

- Fig. 1c zeigt einen Schnitt durch das Substrat, nachdem das unbelichtete Material der Unterschicht entfernt wurde,
- Fig. 1d zeigt einen Schnitt durch das Substrat mit aufgetragener Kernschicht während des UV-Belichtungsvorganges mit einer zweiten Belichtungsmaske,
- Fig. 1e zeigt einen Schnitt durch das Substrat, nachdem die Unterschicht mit der Kernschicht bedeckt und die Fläche mit einem UV-härtenden Fotolack bedeckt wurde,
- Fig. 1f zeigt einen Schnitt durch das Substrat, nachdem das unbelichtete Material der Kernschicht entfernt wurde,
- Fig. 1g zeigt einen Schnitt durch das Substrat mit aufgetragener Mantelschicht während des UV-Belichtungsvorganges mit einer dritten Belichtungsmaske,
- Fig. 1h zeigt einen Schnitt durch das Substrat, nachdem das unbelichtete Material der Mantelschicht entfernt wurde,
- Fig. 1i zeigt einen Schnitt durch das Substrat, nachdem die auf der Fläche verbliebene Struktur der Kernschicht in die Fläche übertragen wurde,
- Fig. 1j zeigt einen Schnitt durch das Substrat, nachdem ein das Substrat und die unstrukturierte Fläche querendes Loch angebracht wurde,
- Fig. 1k zeigt eine auf dem Substrat montierte elektro-optische Komponente,
- Fig. 2a zeigt eine Aufsicht auf eine Fläche in Form eines Kreuzes,
- Fig. 2b zeigt eine Aufsicht auf eine quadratische Fläche mit zwei auf einer Diagonalen der Fläche angeordneten Löchern,
- Fig. 2c zeigt eine Aufsicht auf eine quadratische Fläche mit einem zentralen Loch,
- Fig. 3a zeigt eine perspektivische Ansicht einer elektro-optischen Leiterplatte mit angekoppeltem Spiegelmodul,
- Fig. 3b zeigt eine perspektivische Ansicht einer elektro-optischen Leiterplatte mit angekoppelter Diode,
- Fig. 3c zeigt eine perspektivische Ansicht einer elektro-optischen Leiterplatte mit Teilen angekoppelter Glasfasern,
- Fig. 4 zeigt eine Aufsicht auf mehrere voneinander beabstandete Flächen, und
- Fig. 5 zeigt einen Schnitt durch das Substrat mit teilweise freigelegter Unterschicht.

Beschreibung

[0011] Eine elektro-optische Leiterplatte mit Lichtwellenleiterstrukturen besteht aus einem Substrat 1, auf dem einerseits metallische Strukturen, insbesondere Leiterbahnen, für die elektrische Verbindung von elektronischen und elektro-optischen Bauteilen und andererseits Lichtwellenleiterstrukturen angeordnet sind. Das Substrat 1 besteht zum Beispiel aus FR4, Polyamid, Glas oder Silizium oder einem anderen geeigneten Material.

[0012] Das erfindungsgemässe Verfahren zur Herstellung einer elektro-optischen Leiterplatte mit Lichtwellenleiterstrukturen umfasst die Verfahrensschritte A bis F und fakultativ den Verfahrensschritt G, die nachfolgend im Detail anhand der Fig. 1a bis 1k erläutert werden:

- A) Aufbringen von optisch sichtbaren Flächen 3 auf das Substrat 1. Der Zustand nach diesem Schritt ist in der Fig. 1a gezeigt.

[0013] Die Lichtwellenleiterstrukturen bestehen aus drei Schichten, nämlich einer Unterschicht 2, einer Kernschicht 4 und einer Mantelschicht 5. Diese drei Schichten 2, 4 und 5 sind optisch transparent. Die Wellenleitereigenschaften ergeben sich dadurch, dass der Brechungsindex der Kernschicht 4 sich vom Brechungsindex der Unterschicht 2 und der Mantelschicht 5 unterscheidet. Die Strukturen dieser drei Schichten werden durch herkömmliche fotolithografische Verfahrensschritte gebildet, nämlich durch Belichten mittels UV-Licht durch je eine Belichtungsmaske 8a (Fig. 1b), 8b (Fig. 1d) und 8c (Fig. 1g) hindurch und anschliessendes Entfernen der nicht belichteten Gebiete. Als Belichtungsmasken 8a, 8b und 8c können herkömmliche Belichtungsmasken verwendet werden, welche in der Leiterplatten- und Chipherstellung gebräuchlich sind. Typischerweise handelt es sich um chrombeschichtete Glasplatten, welche entsprechend strukturiert sind. Die Unterschicht 2 und die Mantelschicht 5 sind in der Regel Schichten, die eine gewisse Fläche einnehmen, und nur die Kernschicht 4 ist innerhalb dieser Fläche strukturiert, um einzelne Lichtwellenleiter zu bilden. Die Belichtungsmasken 8a, 8b und 8c werden mithilfe von speziellen (nicht dargestellten) Referenzmarken, sogenannten «Fiducials» bezüglich des Substrats 1 ausgerichtet.

CH 700 471 B1

[0014] Die Flächen 3 haben keine besondere Form oder Struktur, sie sind beispielsweise rechteckförmig oder quadratisch und müssen optisch sichtbar sein, d.h. eine grosse Opazität aufweisen. Die Flächen 3 werden mit Vorteil aus Metall gebildet, beispielsweise aus einer dünnen Kupferschicht, deren Schichtdicke typischerweise im Bereich von etwa 10 µm bis 100 µm Dicke liegt. Die Leiterplatte enthält mindestens eine Lage mit elektrischen Verbindungsleitungen, die in der Regel aus Kupfer sind. Die Flächen 3 werden mit Vorteil gleichzeitig mit diesen Verbindungsleitungen hergestellt.

[0015] Mit den nächsten Schritten B, C1 oder C2, D und E werden die Lichtwellenleiterstrukturen hergestellt:

- B) Aufbringen auf das Substrat 1 und Strukturieren der Unterschicht 2 derart, dass die Unterschicht 2 die Flächen 3 nicht bedeckt.

[0016] Die Unterschicht 2 besteht aus einem ersten Polymer, das durch Belichten mit UV-Licht ausgehärtet werden kann. Das Aufbringen und Strukturieren des Polymers erfolgt in drei Teilschritten:

- 1) Das Polymer wird auf das Substrat aufgebracht, beispielsweise durch Rakeln, Spincoating, Inkjet oder ein anderes bekanntes Verfahren, und bildet dann eine grossflächige, noch unstrukturierte Polymerschicht. Diese Verfahren erlauben es, das Polymer entweder auf das ganze Substrat oder nur lokal an gewissen Stellen auf dem Substrat aufzutragen.
- 2) Vorbestimmte Regionen dieser Polymerschicht werden mittels UV-Licht ausgehärtet. Dabei wird zuerst eine erste Belichtungsmaske 8a an den Fiducials bezüglich des Substrats 1 ausgerichtet. Anschliessend wird die Polymerschicht durch die erste Belichtungsmaske 8a hindurch mit UV-Licht belichtet. Die belichteten Regionen härten während der Belichtung aus, die nicht belichteten Regionen härten nicht aus. Die Belichtungsmaske 8a definiert somit die Lage der auszuhärtenden Regionen in Bezug auf die Fiducials. Dieser Zustand ist in der Fig. 1b gezeigt
- 3) Das nicht belichtete erste Polymer wird entfernt, zum Beispiel durch Wegwaschen, so dass nur die ausgehärteten Regionen der Polymerschicht als strukturierte Unterschicht 2 auf dem Substrat 1 verbleiben. Dieser Zustand ist in der Fig. 1c gezeigt.
Die vorbestimmten Regionen befinden sich neben den Flächen 3, so dass die strukturierte Unterschicht 2 und die Flächen 3 nicht überlappen.

[0017] Es folgt nun entweder der Schritt C1 oder alternativ der Schritt C2:

- C1) Aufbringen der Kernschicht 4, wobei die Kernschicht 4 sowohl die strukturierte Unterschicht 2 als auch die Flächen 3 bedeckt.
- C2) Aufbringen der Kernschicht 4, wobei die Kernschicht 4 die Flächen 3 nicht bedeckt, und Aufbringen einer Fotolackschicht 10, die nur die Flächen 3, nicht aber die Kernschicht 4 bedeckt.

[0018] Die Kernschicht 4 besteht aus einem zweiten Polymer, das durch Belichten mit UV-Licht ausgehärtet werden kann. Versuche haben gezeigt, dass die verwendeten Polymere im ausgehärteten Zustand ausgezeichnete Haftungswerte auf Kupfer aufweisen. In diesem Fall gelangt der Verfahrensschritt C1 zur Anwendung. Falls aus anwendungstechnischen Gründen ein anderes Material verwendet werden muss, welches auf Kupfer bzw. dem vorgesehenen Metall schlecht haftet, kann auch partiell ein herkömmlicher, UV-härtender Fotolack auf die unstrukturierten Flächen 3 aufgetragen werden. In diesem Fall gelangt der Verfahrensschritt C2 zur Anwendung. Die folgenden Schritte sind in beiden Fällen C1 und C2 die gleichen.

- D) Strukturieren der Kernschicht 4 und gegebenenfalls der Fotolackschicht 10 durch Belichten mit UV-Licht durch eine zweite Belichtungsmaske 8b hindurch und anschliessendes Entfernen der nicht belichteten Teile der Kernschicht 4 und gegebenenfalls der nicht belichteten Teile der Fotolackschicht 10, wobei auf den Flächen 3 strukturierte Gebiete aus der Kernschicht 4 bzw. aus Fotolack zurückbleiben.

[0019] Der Verfahrensschritt D wird im Prinzip mit ähnlichen Teilschritten wie die Teilschritte 2 und 3 beim Verfahrensschritt B durchgeführt. Die Belichtungsmaske 8b wird an den Fiducials auf dem Substrat 1 ausgerichtet. Die Fig. 1d zeigt den Zustand während der Belichtung mit UV-Licht, wenn die Herstellung der Leiterplatte mit dem Schritt C1 erfolgt. Die Fig. 1e zeigt den Zustand während der Belichtung mit UV-Licht, wenn die Herstellung der Leiterplatte mit dem Schritt C2 erfolgt.

[0020] Die Fig. 1f zeigt den Zustand nach dem Entfernen der nicht belichteten Teile der Kernschicht 4, wenn die Herstellung der Leiterplatte mit dem Schritt C1 erfolgte. Der Zustand nach dem Verfahrensschritt D ist fast der gleiche, wenn die Herstellung der Leiterplatte mit dem Schritt C2 erfolgte, bis auf den Unterschied, dass die Flächen 3 im einen Fall mit dem Polymer der Kernschicht 4 und im andern Fall mit Fotolack beschichtet sind.

E) Aufbringen und Strukturieren der Mantelschicht 5 derart, dass die Mantelschicht 5 die Flächen 3 nicht bedeckt.

[0021] Die Mantelschicht 5 besteht aus dem gleichen Polymer wie die Unterschicht 2 oder aus einem dritten Polymer, das durch Belichten mit UV-Licht ausgehärtet werden kann. Der Verfahrensschritt E wird im Prinzip mit den gleichen Teilschritten wie die Teilschritte 2 und 3 beim Verfahrensschritt B durchgeführt. Für die Strukturierung der Mantelschicht 5 wird eine dritte Belichtungsmaske 8c verwendet, die an den Fiducials auf dem Substrat 1 ausgerichtet wird. Die Belichtungsmaske 8c ist im Gebiet der Flächen 3 undurchlässig, so dass sich auf den Flächen 3 nach der Belichtung mit UV Licht durch die Belichtungsmaske 8c hindurch eine strukturierte, ausgehärtete Schicht aus dem Material der Kernschicht 4 bzw. aus Fotolack 10 und darüber eine unstrukturierte, nicht ausgehärtete Schicht aus dem Material der Mantelschicht 5 befindet. Dieser Zustand ist in der Fig. 1g dargestellt. Beim anschließenden Entfernen des nicht belichteten Materials bleiben auf den Flächen 3 strukturierte Gebiete aus dem Material der Kernschicht 4 bzw. aus Fotolack 10 zurück. Dieser Zustand ist in der Fig. 1h dargestellt.

[0022] Der nächste Verfahrensschritt F dient dazu, die unsichtbaren Strukturen aus Material der Kernschicht 4 bzw. aus Fotolack, die sich auf den Flächen 3 befinden und die die tatsächliche Ist-Lage der Lichtwellenleiterstrukturen charakterisieren, in sichtbare Strukturen umzuwandeln, die verwendet werden können, um die elektro-optischen Bauteile bei der späteren Montage ohne Justierungsschritte auf dem Substrat 1 ausrichten und befestigen zu können.

F) Übertragen der durch die strukturierten Gebiete aus der Kernschicht 4 bzw. gegebenenfalls aus Fotolack auf den Flächen 3 gebildeten Strukturen in die Flächen 3.

[0023] Da die Flächen 3 aus einem optisch gut sichtbaren Material, insbesondere aus Metall, bestehen, werden die strukturierten Gebiete aus der Kernschicht 4 bzw. gegebenenfalls aus dem Fotolack bevorzugt durch einen Ätzprozess in die Flächen 3 übertragen, wobei die strukturierten Gebiete aus der Kernschicht 4 bzw. gegebenenfalls aus dem Fotolack 10 als Ätzmaske dienen. Die Fig. 1i zeigt die Leiterplatte nach diesem Schritt. Die strukturierten Flächen sind nun Referenzmarken 30. Die Fig. 2a bis 2c zeigen in Aufsicht bevorzugte Beispiele von Referenzmarken 30.

[0024] Die Enden der unsichtbaren Schichten (Unterschicht 2, Kernschicht 4, Mantelschicht 5) der Lichtwellenleiterstruktur und die sichtbaren Referenzmarken 30 sind hochpräzise zueinander positioniert. Die Genauigkeit ist nur von der verwendeten zweiten Belichtungsmaske 8b abhängig und liegt im Bereich von wenigen 10 nm.

[0025] Die Reihenfolge der Verfahrensschritte F und E kann auch vertauscht werden.

[0026] Es ist möglich, weitere optische oder elektrische Schichten auf die drei Schichten (Unterschicht 2, Kernschicht 4 und Mantelschicht 5) der Lichtwellenleiterstrukturen aufzubringen, beispielsweise durch Auflaminieren mittels Verpressung.

[0027] Die Leiterplatte kann nun verwendet werden, d.h., es können die vorgesehenen elektronischen und elektro-optischen Komponenten montiert werden, wobei die Referenzmarken 30 verwendet werden, um die elektro-optischen Komponenten auszurichten.

[0028] Elektro-optische Komponenten können Positionierstifte enthalten, die bei der Montage in entsprechende Löcher in der Leiterplatte gesteckt werden. Die Referenzmarken 30 werden nun benutzt, um solche Komponenten ohne weitere Justierung montieren zu können. Dazu dient der Verfahrensschritt G.

G) Herstellen von Löchern 11 oder Vertiefungen im Substrat 1, wobei die Referenzmarken 30 benutzt werden, um die Lage der Löcher 11 bzw. Vertiefungen zu definieren. Die Löcher 11 gehen vollständig durch das Substrat 1 hindurch, Vertiefungen nicht.

[0029] Die Löcher 11 werden entweder mittels eines mechanischen Werkzeugs wie Bohrer oder Fräser oder mittels eines Lasers in das Substrat 1 eingebracht. Die Ausrichtung und Steuerung des Werkzeugs bzw. Lasers erfolgt dabei mittels der Referenzmarken 30. Im Falle eines Lasers können die Referenzmarken 30 als Blenden benutzt werden, womit die Präzision zusätzlich erhöht wird.

[0030] Die Form der Löcher 11 ist nicht auf eine runde Form beschränkt, die Bearbeitung des Substrats 1 mittels eines Fräsers oder Lasers ermöglicht beliebige Formen, insbesondere Kreuze und Schlitzlöcher.

[0031] Es sind dabei mindestens die folgenden beiden Varianten möglich, die einzeln oder in Kombination zum Einsatz gelangen können:

- G1) Es ist für jeden Positionierungsstift einer jeden elektro-optischen Komponente, die auf der Leiterplatte zu montieren ist, an der entsprechenden Stelle ein Loch 31 in einer Referenzmarke 30 vorhanden. Die in der Fig. 2b gezeigte Referenzmarke 30 enthält zwei Löcher 31, die in der Fig. 2c gezeigte Referenzmarke 30 enthält ein einziges Loch 31. Diese Löcher 31 werden nun im Verfahrensschritt G in durch das Substrat 1 hindurchgehende Löcher 11 umgewandelt. Die Fig. 1j zeigt die Leiterplatte nach diesem Schritt.
- G2) Die für die Aufnahme der Positionierungsstifte nötigen Löcher 11 werden an anderen Stellen in das Substrat 1 eingebracht, die sich an anderen Stellen als die Referenzmarken 30 befinden, beispielsweise, wenn eine elektro-optische Komponente an eine andere Metallisierungsebene anzuschliessen ist.

[0032] Die Fig. 1k zeigt ein Beispiel einer Leiterplatte, bei der eine elektro-optische Komponente 9 mit integrierten Positionierungsstiften 12 montiert ist. Die elektro-optische Komponente 9 ist in Bezug auf die Kernschicht 4 der Lichtwellenleiterstruktur hochpräzise positioniert und fixiert, wobei eine formschlüssige Verbindung der elektro-optischen Komponenten 9 mit der elektro-optischen Leiterplatte möglich ist. Die elektro-optische Komponente 9 ist beispielsweise ein Spiegelmodul oder ein elektro-optischer Wandler oder ein opto-elektrischer Wandler. Beispiele solcher Wandler sind LEDs, Laserdioden, Photodioden.

[0033] Die Fig. 3a zeigt eine perspektivische Ansicht einer elektro-optischen Leiterplatte mit einer Lichtwellenleiterstruktur, die mit einem Spiegelmodul 9a gekoppelt ist. Die für die Aufnahme der Positionierungsstifte des Spiegelmoduls 9a nötigen Löcher 11 gehen durch die Referenzmarken 30 hindurch.

[0034] Die Fig. 3b zeigt eine perspektivische Ansicht einer elektro-optischen Leiterplatte mit einer Lichtwellenleiterstruktur, die mit einem elektro-optischen oder opto-elektrischen Wandler 9b gekoppelt ist. Der Wandler 9b wurde bei der Montage anhand von neben seinem Platz angeordneten Referenzmarken 30 ausgerichtet und fixiert.

[0035] Da die sichtbaren Referenzmarken 30 die Lage der unsichtbaren Lichtwellenleiterstruktur charakterisieren, ist es für die genaue Justage der elektro-optischen Komponenten 9 nicht nötig, die Position der Lichtwellenleiterstruktur zu detektieren. Wenn die elektro-optischen Komponenten 9 wie beschrieben mittels der Referenzmarken 30 auf der Leiterplatte positioniert werden, sind sie automatisch in Bezug auf die Kernschicht 4 der Lichtwellenleiterstruktur richtig ausgerichtet.

[0036] Die Positionierung gewisser elektro-optischer Komponenten 9 kann auch relativ zu den unstrukturierten Flächen 3 erfolgen, welche gar nicht oder nur teilweise von einer Kernschicht 4 bedeckt sind, nämlich dann, wenn die Positionierungsgenauigkeit trotzdem ausreicht.

[0037] Oftmals ist es nötig, optische Signale aus Glasfasern in Lichtwellenstrukturen in der elektro-optischen Leiterplatte einzukoppeln. Die Fig. 4 zeigt eine mögliche Lösung für dieses Problem. Eine Referenzmarke 30 ist so ausgestaltet, dass die mit den Verfahrensschritten C1 (oder C2) und D hergestellten Strukturen Zwischenräume sind, in welche die Glasfasern 9c einlegbar sind. Die Zwischenräume der Referenzmarke 30 können mittels mechanischer Bearbeitung oder mittels Laserbearbeitung zu Nuten im Substrat 1 vertieft werden. Alternativ können Referenzmarken 30 verwendet werden, um Nuten positionsgenau in das Substrat 1 zu fräsen. Die Referenzmarken 30 dienen dabei zur Ausrichtung der Bearbeitungsmaschine. Aufgrund der präzisen Ausrichtung der Zwischenräume der Referenzmarken 30 bzw. der Nuten relativ zur Kernschicht 4 der Lichtwellenleiterstruktur ist eine präzise Positionierung der Glasfasern 9c relativ zur Kernschicht 4 automatisch gegeben. Die Glasfasern 9c müssen damit bei der Montage nicht aufwendig justiert werden.

[0038] Die elektro-optischen Leiterplatten können hochkomplexe optische Strukturen enthalten, mit einer sehr grossen Anzahl an Lichtwellenleiterstrukturen. Auf den elektro-optischen Leiterplatten mit Lichtwellenleiterstrukturen können weitere Leiterplatten aufgebaut werden, so dass die optischen Lichtwellenleiterstrukturen Innenlagen zwischen Leiterplatten bilden.

[0039] Alternativ zu flüssigen, mit UV-Licht aushärtbaren Polymeren können polymere Trockenfilm-Materialien verwendet werden.

[0040] Die Schichtdicken der Unterschicht 2, der Kernschicht 4 und der Mantelschicht 5 können mit einer Präzision von einigen wenigen μm erzeugt werden. Diese Präzision reicht in vielen Fällen aus, um die Lichtwellenleiterstrukturen und die elektro-optischen Komponenten 9 auch in Bezug auf die Höhe mit der erforderlichen Genauigkeit auszurichten. Falls eine höhere Präzision verlangt ist, wird die obere Mantelschicht 5 so belichtet, dass beim nachfolgenden Waschschrift die Unterschicht 2 teilweise an definierten Aussparungsstellen 13 freigelegt wird. Dieser Zustand ist in der Fig. 5 gezeigt. Diese Aussparungsstellen 13 definieren die Höhe der Kernschicht 4 und somit die Lage der das Licht leitenden Teile der Lichtwellenleiterstrukturen. Elektro-optische Komponenten 9, die entsprechend ausgebildet sind, können auf solchen Aussparungsstellen 13 zur Auflage gebracht werden, so dass auch eine präzise Ausrichtung in der Höhe ohne weitere Justage automatisch erfolgt.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer elektro-optischen Leiterplatte mit Lichtwellenleiterstrukturen, die aus einer optisch transparenten Unterschicht (2), einer transparenten Kernschicht (4) und einer transparenten Mantelschicht (5) bestehen, umfassend die Schritte:

CH 700 471 B1

- Aufbringen von optisch sichtbaren Flächen (3) auf ein Substrat (1),
 - Aufbringen auf das Substrat (1) und Strukturieren der Unterschicht (2) derart, dass die Unterschicht (2) die Flächen (3) nicht bedeckt,
 - entweder Aufbringen der Kernschicht (4), wobei die Kernschicht (4) sowohl die Unterschicht (2) als auch die Flächen (3) bedeckt, oder Aufbringen der Kernschicht (4), wobei die Kernschicht (4) die Flächen (3) nicht bedeckt, und Aufbringen einer Schicht aus Fotolack (10), die die Flächen (3), nicht aber die Kernschicht (4) bedeckt,
 - Strukturieren der Kernschicht (4) und gegebenenfalls der Schicht aus Fotolack (10) durch Belichten mit UV-Licht durch eine einzige Belichtungsmaske (8b) hindurch und anschliessend Entfernen der nicht belichteten Teile der Kernschicht (4) und gegebenenfalls der nicht belichteten Teile der Schicht aus Fotolack (10), wobei auf den Flächen (3) strukturierte Gebiete aus der Kernschicht (4) bzw. gegebenenfalls aus Fotolack zurückbleiben,
 - Aufbringen und Strukturieren der Mantelschicht (5) derart, dass die Mantelschicht (5) die Flächen (3) nicht bedeckt, und
 - Übertragen der durch die strukturierten Gebiete aus der Kernschicht (4) bzw. gegebenenfalls aus Fotolack auf den Flächen (3) gebildeten Strukturen in die Flächen (3).
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das genannte Übertragen durch einen Ätzprozess erfolgt, wobei die strukturierten Gebiete aus der Kernschicht (4) bzw. gegebenenfalls aus dem Fotolack als Ätzmaske dienen.
 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die optisch sichtbaren Flächen (3) aus einem Metall, insbesondere Kupfer, bestehen.
 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, umfassend den weiteren Schritt Anbringen von Löchern (11) oder Vertiefungen im Substrat (1), wobei Referenzmarken (30) benutzt werden, um die Lage der Löcher (11) bzw. Vertiefungen zu definieren.
 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Mantelschicht (5) so strukturiert wird, dass die Unterschicht (2) teilweise an definierten Aussparungsstellen (13) freigelegt wird.

Fig. 1a



Fig. 1b

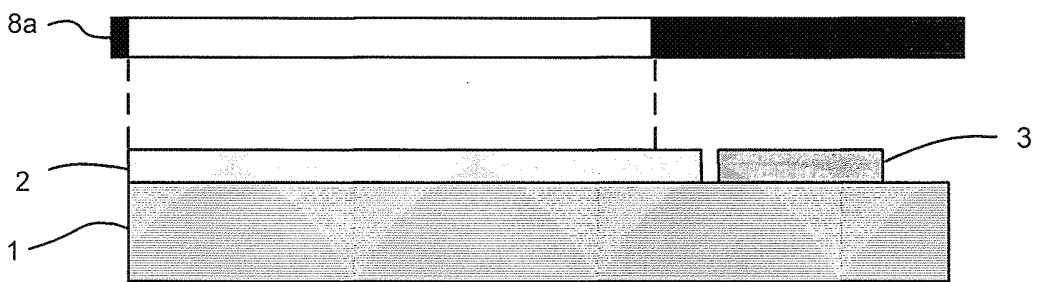


Fig. 1c



Fig. 1d

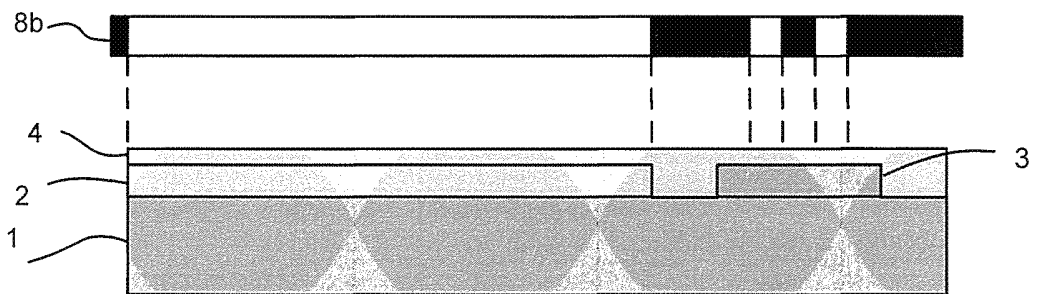


Fig. 1e

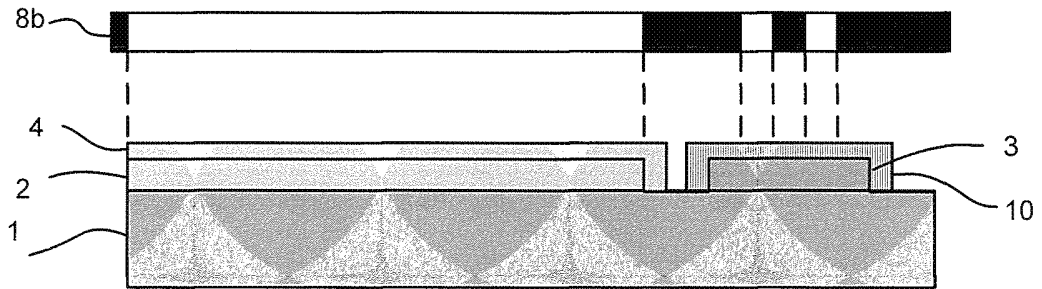


Fig. 1f

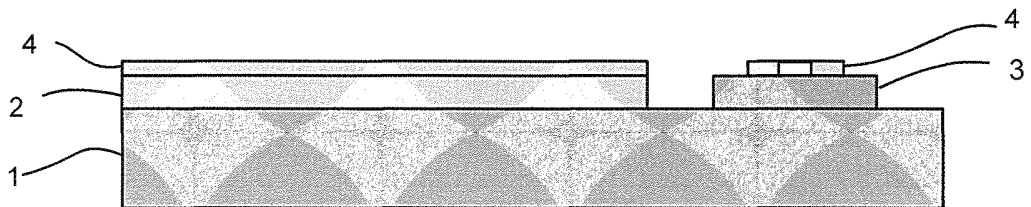


Fig. 1g

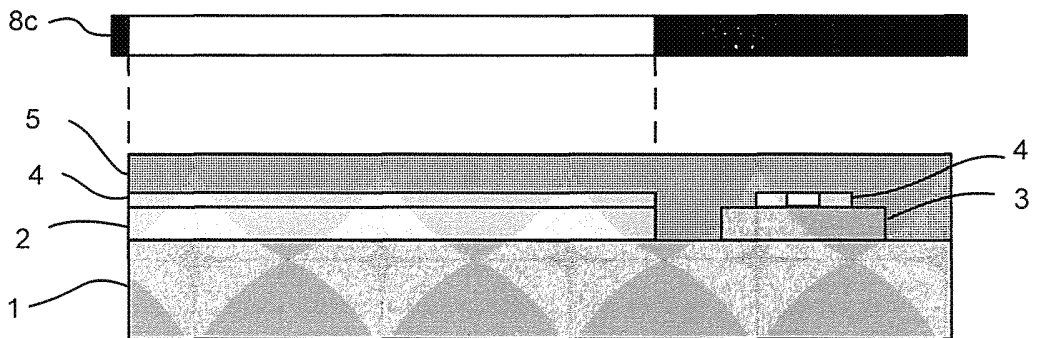


Fig. 1h

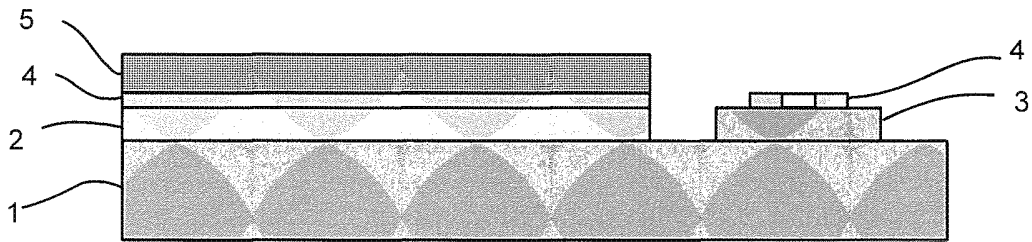


Fig. 1i

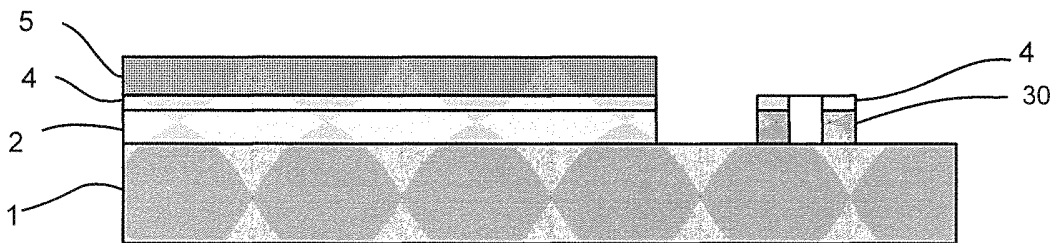


Fig. 1j

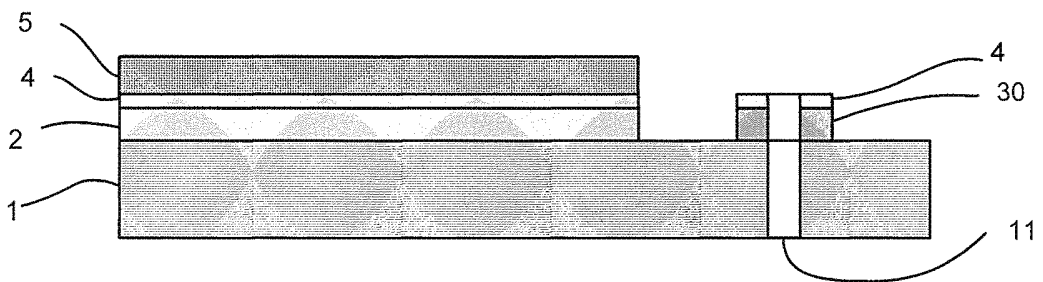


Fig. 1k

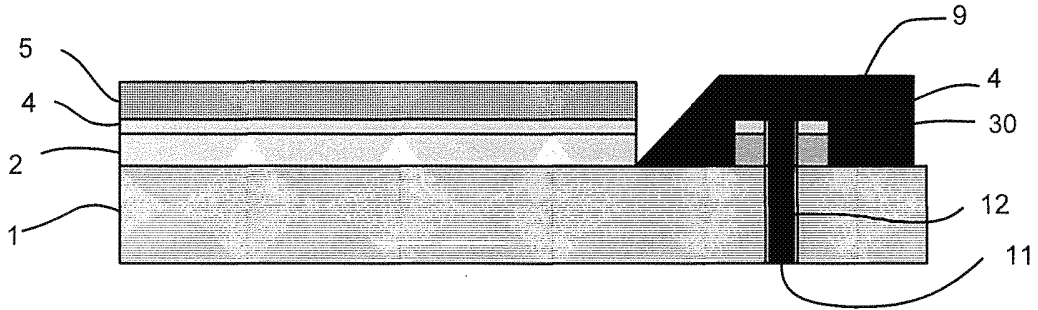


Fig. 2a

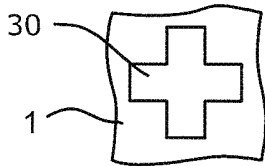


Fig. 2b

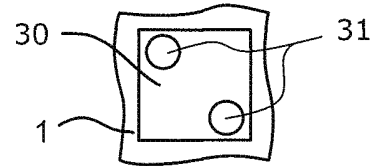


Fig. 2c

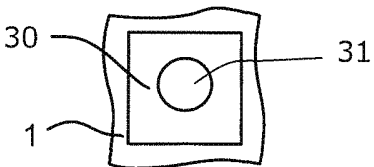


Fig. 3a

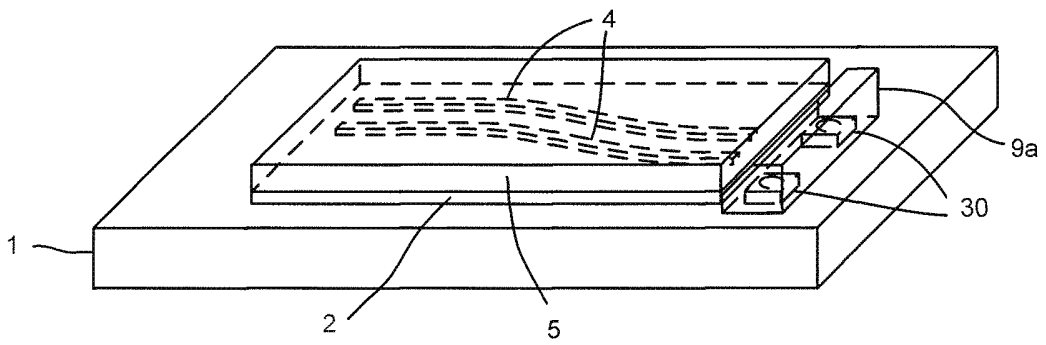


Fig. 3b

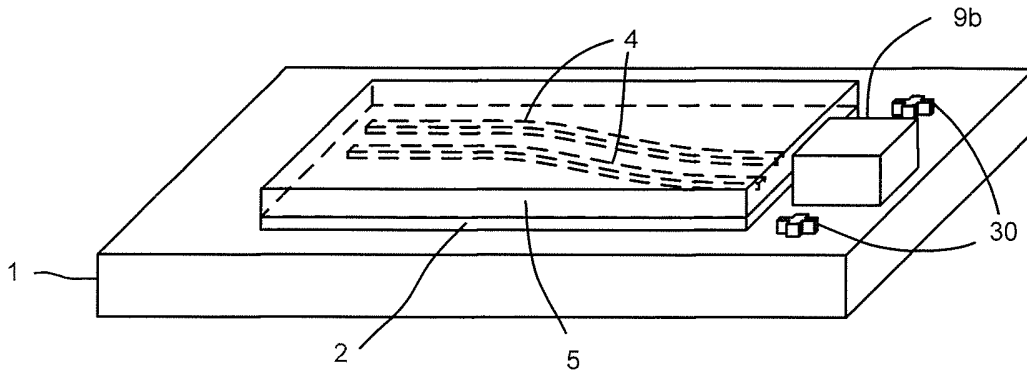


Fig. 3c

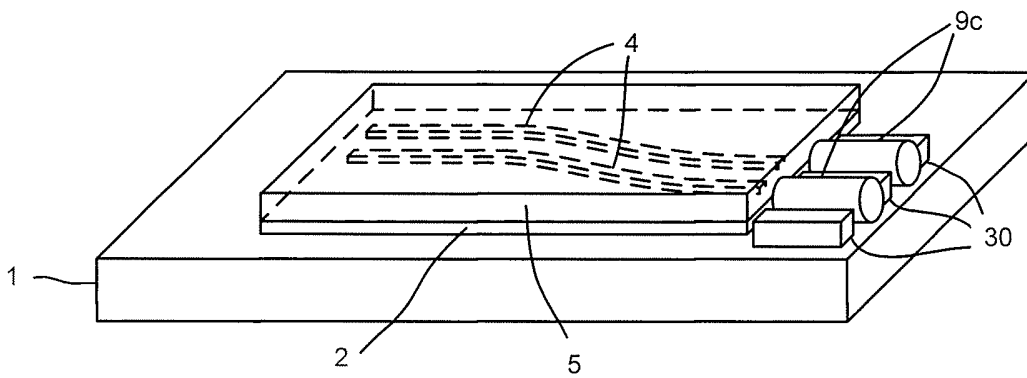


Fig. 4

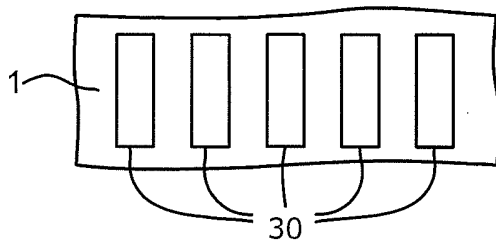


Fig. 5

